

に、それらの波長分散値をそれぞれ異なる値としている。これによって、増幅器内の光伝送路で波長分散値を御して、信号光への分散の累積や零分波反射等の伝送を低減することができる。したがって、非線形光学効果による増幅器内の信号光の伝送品質が抑制される（ラマントン増幅器が実現される）。

〔0012〕また、増幅器部構内の中少くとも一部の波長帯域において、複数のラマン増幅用光ファイバでの波長分散値を入力端から出力端まで累積した分散値の対応が、0.5 ps/nm以下であることを特徴とする。

〔0013〕あるいは、増幅器部構内の全体の波長帯域において、複数のラマン増幅用光ファイバでの波長分散値を入力端から出力端まで累積した分散値の対応が、5.0 ps/nm以下であることを特徴とする。

〔0014〕ラマン増幅器内の光伝送路全体としての累積された分散値、ラマン増幅用光ファイバの波長分散値の組合せによって補償して上記の範囲内とすることは、用光ファイバが接続された光ファイバ伝送路の全体として、波長分散が充分に補償された構成である。したがって、GVDの発生による信号光伝送品質が抑制される。

〔0015〕また、増幅器部構内の全体の波長帯域において、複数のラマン増幅用光ファイバへの波長分散値を有する複数のラマン増幅器は、（1）所定の波長帯域で選択され、増幅する場合、（2）互いに直角に選択され、増幅する場合、（3）複数の

を入力端から任意の位置に置換した分散値の値が最も大きい場合においても、ノード間隔が上記のように構成されている場合においても、ノード間隔が過度に大きくなることになると、SPMやGV Dによる信号光の伝送品質の劣化の原因となる。これに対して、光伝送路全体としての位置で異なる各位置に対して、その位置までに累積された分散値を常に上記の範囲内に保つことによって、そのような品質の劣化を抑制することができる。

〔0017〕さらに、複数のランプ専用光ファイバのそれぞれにおける分散スローフィード値が、 $-0.5 \text{ ps}/\text{nm}^2$ 以上、 $1.0 \text{ ps}/\text{nm}^2$ 以下であることを満たすように、分散スローフィード値を分担するようにしておけば、増幅器帯域の全体に対して、充分に波長分散を補償することができる。

〔0018〕また、複数のランプ専用光ファイバは、互いに異なる符号の波長分散度を有する 2 つのランプバルブ用光ファイバを少なくとも含むことを特徴とする。

〔0019〕このように逆符号の波長分散度を有するランプ専用光ファイバにおいては、逆符号の波長分散度を補償することができる程度の大きさであっても、逆符号の波長分散度を有する組合せによって全体として波長分散を補償することができる。

〔0020〕これに対して、上記したランプ専用光ファイバを用いて集中整型のランプ専用光ファイバの構成においては、直列に接続した複数のランプ専用光ファイバを構成するとともに、信号光の穿通分路近傍での伝送を保証する。

多機能印刷 FinePrint 2000 版 <http://www.nsd.co.jp/share/>

(4) 5
力選けることが可能となり、XPMやFWHMの発生によ
る信号光の伝送品質の劣化が抑制される。例えば、複数のラ
ン（0.020）具足のな構成では、例えば、2つのラン増強用光ファイ
ア（増強用光ファイバ）は、2つのラン増強用光ファイ
アからなるとともに、その一方の波長分散数が高、他方
の波長分散数が低に構成されているものがある。このよ
うな構成によれば、特に簡単なラン増強用光ファイバ
の構成によって伝送品質を保証して、信号光の伝送品質

[0021] また、増幅器最長波長の全波の波長帯域にて、複数のラマン増幅用光ファイバのそれ自身の波長分散曲の絶対屈折が、所定の波長分散下限価以上であることを特徴とする。このように複数光波数帯下限価とすることによって、零波数分散の波長分散値を有する光ファイバを除外して、増幅器内の光共振器における零波数分散時の信号光の伝送を防止することができる。波長分散装置の信号光の伝送を防止することができる。波長分散装置の信号光の伝送を防止することができる。
 /nm/km以上とすることができる。
 [0022] また、複数のラマン増幅用光ファイバのそれ自身は互いに異なるレーリー散乱強度を有することを特徴とする。このようにして、複数のラマン増幅用光ファイバを上記したように互いに異なる波長分散値を有する同じ回路内に、レーリー散乱強度に基づいて、異なった品質の光波を有するようにすることによって、増幅器での光波品質の劣化の抑制とともに、その音質特性をも向上することが可能である。

する。

【0023】このとき、複数のラマン増幅用光ファイバうち、最も小さいレイ-散乱係数を有するラマン増幅用光ファイバが、最も入力端面の位置で設置されていることと併せてよい。

【0024】入力端面にレイ-散乱係数が大きいラマン増幅用光ファイバを設置する構成とした場合、入力端側で二重レイ-散乱によって生じる推進光が大きくなるとともに、その大きい推進光が後続の他のラマン増幅用光ファイバによって光遮蔽されることとなる。これに対して、レイ-散乱係数が小さく推進音特が優れた光ファイバを入力端面に設置することによって、増幅器部の光路を遮蔽する構成としたことによつて、増幅器部全体としての推進音特性を向上することができる。

【0025】また、複数のラマン増幅用光ファイバのそれぞれの長さが、5 km以下であることが好ましい。このように、ラマン増幅用光ファイバの長さを極力短くすることによって、非線形光学効果による屈折光の伝送品質の劣化、及び推進光の発生をともに低減することができる。

【0026】また、複数のラマン増幅用光ファイバの少なくとも1つは、励起光の波長での実効屈折率が1.5 μm以下であることを特徴とする。

【0027】さらに、複数のラマン増幅用光ファイバのうち、最も大きいレイ-散乱係数を有するラマン増幅用光ファイバの波長での実効屈折率が1.5 μm以下であることを特徴とする。

特開2002-40496
6
アノハが、扇形光共振手取から扇形光が供給される位置
には最も近い位置に設置されることを特徴とする。
〔0010/2〕 ラマノン増幅用光ファイバの実効断面積、非
線型定数、またはその両者にそれぞれ上記した条件を適
用することによって、誘導ラマン散乱によるラマン増幅
の効率を高めて、増幅器のラマン利得を向上することが
できる。また、ラマン増幅器の全体として必要なラマン
利得を保有するためのラマン増幅用光ファイバの長さが
利用するためのラマン増幅用光ファイバの長さが

（00031） [00032] 本発明による光伝送システムは、信号光伝送される光ファイバを用いて構成された光伝送装置を有することでも、光伝送路を伝送される信号光を中継する中継局内に、上記したラマン増幅器が設置され、いることを特徴とする。

（00032） また、本発明による光伝送システムは、信号光伝送される光ファイバを有するラマン増幅器を有する光伝送装置として、上記の構成を有するラマン増幅器を用いて構成された光伝送装置を有することによって、信号光の伝送品質の劣化が抑制され、送信局から受信局へと確実に信号光を伝送可能な光伝送システムを実現することができる。

（00033） [00034] 本発明による光伝送システムの中継局に設置される集中実施形態の増幅器及びそれを用いた光伝送システムの特徴について概要的に説明する。なお、図面の説明を兼ねては同一要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。また、図面の寸法比率は、説明のものと必ずしも一致しない。

（00034） 図11は、本発明によるラマン増幅器の一実施形態を示す構成図である。本ラマン増幅器1は、光伝送システムの中継局などに設置される集中実施形態の光増幅器であり、2つのラマン増幅用光ファイバ1.1、1.2と、2つの施設光ファイバ1.1、2.2とを備て構成されている。

（00035） ラマン増幅用光ファイバ1.1と1.2とはそれぞれ、互に異なる波長分離値を有する石英系の光ファイバからなる。また、これらのラマン増幅用光ファイバ1.1と1.2は、ラマン増幅器1の入力端子1.9から出力端子1.6に向けて、ラマン増幅用光ファイバ1.1、1.2の順に直列に接続されている。

（00036） この2つのラマン増幅用光ファイバ1.1、1.2を用いた構成によって、信号光を伝送するとともに、反射光が供給されているときに、所定の増幅量を保たれて、炉内に信号光を反射光によってラマン増幅するためのラマン増幅器1内の光伝送路（光ファイバ炉路）が形成されている。ラマン増幅用光ファイバ1.1、1.2のそれぞれの波長分離値の組合せによって、ラマン増幅用光ファイバ1.1、1.2のそれぞれの波長分離値の組合せによって、ラマン増幅される信号光への分散の累積や信号光の零分散近傍での光伝送を低減するなど、所定の条件を満たすよう、

（00037） に、ラマン増幅器1内の光伝送路での波長分散が制御される。

000351 ラマン増幅用光ファイバ 1、12の後方の波長成分を有する屈曲光とされ、光波板31を介してラマン増幅用光ファイバ1へと供給される。

〔0041〕なは、励起光頭ユニットの構成について
は、ラマン増幅器に要求される増幅倍率などに応じ
て、励起光の波長や励起光頭の間隔などを適宜設定する
ことが好ましい。具體的には、励起光頭ユニットからラ
マン増幅用光ファイバーへと供給される励起光の波長に依
るは、通常、信号光の波長よりも、1 nm程度高い
波長が用いられる。また、光アソリレー
ーター4-1は、ラマン増幅用光ファイバ1-1から到達
した光をラマン増幅用光ファイバ1-2へと通過させる
反対方向へは通過させない。また、光アソリレー
ーター4-2は、ラマン増幅用光ファイバ1-2から到達した光
を出力端1-bへと通過させるが、逆方向へは光を通過さ
ない。

〔0030〕ラマン増幅用光ファイバ1-1、1-2への励
起光は、励起光供給手段である励起光頭ユニット2-1、
2-2によつてそれぞれ供給される。励起光頭ユニット2-1
は、ラマン増幅用光ファイバ1-1、1-2と光アソ
リレーター4-1、4-2との間にそれぞれ設かれた光合
成器3-1、3-2を介して、ラマン増幅器1内の光伝送路
に接続されている。

〔0042〕上記したラマン増幅器1においては、複数
のラマン増幅用光ファイバ1-1、1-2を個別に接続して増幅
する構成は2つである。

0 0 3 9] 原起光源ユニット 2 1 の 6 つの原起光源の波長成合器 2 1 2 a 及び 2 1 2 b は同一の波長入射光を出力するものである。原起光源 2 1 1 a 及び 2 1 1 b は原起光源 2 1 1 a 及び 2 1 1 b から出力端 1 b まで累積した分散値の絶対値を、5. 0 ps/nm 以下の範囲内とすれば、分散値の増幅部長波端相当する。相当する。

[0 0 4 1] また、増幅部長波端域内の全体の波長帶域に於ける波長分散を、波長分散を入力端 1 a から出力端 1 b まで累積した分散値の絶対値を、5. 0 ps/nm 以下の範囲内とすれば、分散値の増幅部長波端相当する。

[0 0 4 2] また、原起光源 2 1 1 c 及び 2 1 1 d は同一の波長入射光を出力するものである。原起光源 2 1 1 c 及び 2 1 1 d は原起光源 2 1 1 c 及び 2 1 1 d から出力端 1 c 及び 1 d まで累積した分散値を、上記の範囲内とすれば、分散値の増幅部長波端相当する。

[0 0 4 3] 原起光源ユニット 2 1 の 6 つの原起光源の波長成合器 2 1 2 a 及び 2 1 2 b は同一の波長入射光を出力するものである。原起光源 2 1 1 a 及び 2 1 1 b は原起光源 2 1 1 a 及び 2 1 1 b から出力端 1 b まで累積した分散値の絶対値を、5. 0 ps/nm 以下の範囲内とすれば、分散値の増幅部長波端相当する。

[0 0 4 4] また、増幅部長波端域内の全体の波長帶域全体としての光伝送路全体としての分散値となる。各ランプ増幅用光ファイバ 1 1, 1 2 を通して累積された分散値を、上記の範囲内とすれば、それぞれ波長分波鏡の異なる 2 つのランプ増幅用光ファイバ 1 1, 1 2 が接続された光伝送路の全体として、自己位相整流 (GVD : Group Velocity Dispersion) や群速度分散 (GVD : Group Velocity Dispersion) の発生による信号光の伝送品質の劣化が抑制される。

6

〔0046〕また、增幅器1内の光伝送路での信号光の零分散近傍での伝送に関しては、2つのランマン増幅用光ファイバ11、12は、互いに異なる符号の波長分散値（一方が正、他方が負の波長分散値）を有する構成とすることが好ましい。

〔0047〕このように、逆符号の波長分散値を有するランマン増幅用光ファイバ11、12を接続して光伝送路

を構成すれば、ラン増幅用光ファイバ1、1、2での波長分離の絶対値がそれそれぞれある程度の大きさの値であっても、逆符号の波長分離面の組合せによって、増幅器1内の光伝送路の全体として波長分離を補償することができる。これによって、信号光の零分散近傍での伝送を可能にすることが可能となり、交叉位相調製(XPM: Cross Phase Modulation)や光波長変調(FWM: Four Wave Mixing)の発生による信号光の伝送品質の劣化が抑制される。

【0448】図11に示したラマン増幅器におけるラマン増幅用光ファイバの組合せ等について、さらなる具体的な説明する。図2は、図11に示したラマン増幅器内の光ファイバ伝送路における波長分光の一例について概要的に示すグラフである。図2においては、ラマン増幅器の構成を簡略化してラマン増幅用光ファイバ11及び112の波長を示す。励起光波長ユニット21、22、光合波器31、32、及び光アイソレータ41、42についてでは、図示を省略している。また、図2中の点1cは、

ランプ増幅用光ファイバ 1 と 2 が互いに接続され
る中間点を示している。
10049・図2に示した例においては、入力端 1 割
のランプ増幅用光ファイバ 1 に対して、正面波長分散盤
を有するランプ用光ファイバが接続されている。これにより、入
力端 1 から中間点 1 が直角に向け、伝送距離とともに分
散盤が実質的に増加し、中間点 1 において、約 3.0 p
s/n の分散値となっている。

1/18.12.2 としては、食の吸収分散能を有する光ファイバ
が適用されている。これにより、中間点1で約3.0 P
s/mとなっていた分散能が、出力端1に向けて伝
送距離とともに累積的に減少し、出力端1において、
ほぼ0.5 P s/mの分散能となる。より具体的には、そ
の絶対値が既定の値以下（例えば0.5 P s/m）以
下、あるいは5.0 P s/m以下）の距離内の分散能
となるよう波長分散が実現される。このような構成に
より、上記のような半導型光学効果による信号光の伝

送品質のものが付属されランプ専用器が得られる。
 [0051] 図3に、図2に示した構成のランプ専用器を実現するためのランプ専用光ファイバの具体例を、その取扱事例プロトコルによって示す。図3に示した光ファイバは、 Si_3N_4 コア部厚61 μm 、 Si_3O_4 ケーブル側面被覆され前面折損差 Δn のクラッド領域62を有して構成されて50

特開2002-40496

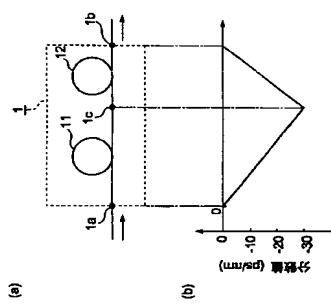
10
上記した構成からなる光ファイバにおいて、繊 S-Io, 0%としたコア領域 6.1 及びクラッド領域 6.2 の比屈折差を $\Delta_1 = 2.9\%$, $\Delta_2 = 1.2\%$, 4% として、ランゲル用光ファイバ 11 及び 12 とそれとをそれぞれ適用した。ここで、比屈折差以外の光ファイバの構成については、それぞれの光ファイバの構成について、それぞれの光ファイバで異なる。

(0.053) 具体的には、前段のラン増幅用光ファイバ (L1) では、コア径を 4.8 (μm)、波長 1.55 μm での波長分散を 4.3 (ps/nm/km)、波長 1.55 μm での実効面積を 1.0.8 (μm^2)、非線形定数を 0.4 ($1/\text{W/km}$) とした。後段のラン増幅用光ファイバ (L2) では、コア径を 4.0 (μm)、波長 1.55 μm での波長分散を -9.0 (ps/nm/km)、波長 1.5

μmでの実効断面積を9, 9 (μm^2)、非標定散乱2.2, 3 (1/ W/km) とした。

0.00551以上の横構造からなるラマン増幅用光ファイバは、用いれば、図2に示す波長分散とならないようから、ラマン増幅器1を構成することができる。なお、それまでの波長分散器2、中間点1点での増幅器3、ラマン増幅用光ファイバ1の長さは約6. 98 km、ラマン増幅用光ファイバ1の長さは約3. 33 kmとなる。

[図8]



フロントベーンの焼き

(53) Int.C1' 認別記号
H 0 4 B 10/16

(72)発明者 平野 正晃
神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 生友電
気工業株式会社横浜製作所内

F 1
F ターム(参考) 2K002 AA02 AB30 BA01 CA15 DA10
GA10 FA23
SF072 AB09 AK06 J105 J109 KK30
Q007 YY17
SK002 AA06 CA01 CA13